

【書類名】明細書

【発明の名称】 ビーム照射装置、ビーム照射方法、及び半導体装置の作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- 5 連続的に出力されるエネルギービームを被照射物上において一端から他端へ走査する手段と、
前記一端及び前記他端において、前記被照射物上の素子形成領域外に前記ビームを照射するように前記被照射物の位置を制御する手段と、
を有するビーム照射装置であって
- 10 前記走査する手段は鏡面体を有し、前記鏡面体は前記ビームの光軸上に配置されるよう軸に固定され、前記軸を中心として振動することを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記照射物の位置を制御する手段は、前記走査する手段と同期していることを特徴とするビーム照射装置。

15 【請求項 3】

請求項 1 において、前記ビームは複数であることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 4】

- 20 連続的に出力されるエネルギービームを被照射物上において走査する手段と、
前記ビームの走査開始位置と走査終了位置において、前記被照射物上の素子形成領域外に前記ビームを照射するように前記被照射物の位置を制御する手段と、
を有するビーム照射装置であって、
前記走査する手段は鏡面体を有し、前記鏡面体は前記ビームの光軸上に配置されるよう軸に固定され、前記軸を中心として回転することを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 5】

- 25 請求項 4 において、前記ビームは複数であることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 6】

請求項 1 において、前記軸は、一端部、又は両端部に支持棒が設けられることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 7】

- 30 請求項 4 において、前記軸は、一端部、又は両端部に支持棒が設けられることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 8】

請求項 1 において、前記鏡面体は 1 つ設けられることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 9】

- 35 請求項 4 において、前記鏡面体は 1 つ設けられることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 1 0】

請求項1において、前記被照射物と、前記ビームを相対的に移動させる手段を有することを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 1 1】

- 5 請求項4において、前記被照射物と、前記ビームを相対的に移動させる手段を有することを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 1 2】

請求項10において、前記移動させる手段は、前記走査する手段の走査と同期して移動するように制御する制御装置を有することを特徴とするビーム照射装置。

- 10 【請求項 1 3】

請求項11において、前記移動させる手段は、前記走査する手段の走査と同期して移動するように制御する制御装置を有することを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 1 4】

- 15 請求項1において、前記連続的に出力されるエネルギービームは、YVO₄ レーザ、YAG レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、及び Ar レーザのいずれかのレーザから射出されるビームであることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 1 5】

- 20 請求項4において、前記連続的に出力されるエネルギービームは、YVO₄ レーザ、YAG レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、及び Ar レーザのいずれかのレーザから射出されるビームであることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 1 6】

請求項1において、前記連続的に出力されるエネルギービームを線状に加工する光学系を有し、前記光学系は前記ビームの発振器と、前記走査する手段との間に配置されることを特徴とするビーム照射装置。

- 25 【請求項 1 7】

請求項4において、前記連続的に出力されるエネルギービームを線状に加工する光学系を有し、前記光学系は前記ビームの発振器と、前記走査する手段との間に配置されることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 1 8】

- 30 請求項1において、前記走査する手段と、前記被照射物と、の間にはfθレンズが配置されることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 1 9】

請求項4において、前記走査する手段と、前記被照射物と、の間にはfθレンズが配置されることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 2 0】

請求項1において、前記走査する手段と、前記被照射物と、の間にはテレセントリックf θ レンズが配置されることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 2 1】

- 5 請求項4において、前記走査する手段と、前記被照射物と、の間にはテレセントリックf θ レンズが配置されることを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 2 2】

請求項1において、前記鏡面体は平面または曲面を有することを特徴とするビーム照射装置。

- 10 【請求項 2 3】

請求項4において、前記鏡面体は平面または曲面を有することを特徴とするビーム照射装置。

【請求項 2 4】

- 15 連続的に出力されるエネルギービームを被照射物に走査しながら照射するビーム照射方法において、
前記被照射物の形成された素子形成領域外で、前記ビームの走査方向を変えることを特徴とするビーム照射方法。

【請求項 2 5】

- 20 連続的に出力されるエネルギービームを被照射物に走査しながら照射するビーム照射方法において、
前記ビームの走査開始位置と走査終了位置において、前記被照射物の形成された素子形成領域外に前記ビームを照射することを特徴とするビーム照射方法。

【請求項 2 6】

- 25 連続的に出力されるエネルギービームと、被照射物とを相対的に走査しながら照射するビーム照射方法において、
前記ビームが複数の鏡面体により反射することで、前記被照射物进行处理し、前記反射している鏡面体の面毎に、前記エネルギービームと、前記被照射物との相対的な位置を制御し、
前記ビームの走査開始位置と走査終了位置において、前記被照射物の形成された素子形成領域外に前記ビームを照射することを特徴とするビーム照射方法。

- 30 【請求項 2 7】

請求項24において、前記走査する手段はガルバノミラー又はポリゴンミラーを有することを特徴とするビーム照射方法。

【請求項 2 8】

- 35 請求項25において、前記走査する手段はガルバノミラー又はポリゴンミラーを有するこ

とを特徴とするビーム照射方法。

【請求項 29】

請求項26において、前記走査する手段はガルバノミラー又はポリゴンミラーを有することを特徴とするビーム照射方法。

5 【請求項 30】

請求項24において、前記連続的に出力されるエネルギービームは、YVO₄ レーザ、YAG レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、及び Ar レーザのいずれかのレーザから射出されるビームであることを特徴とするビーム照射方法。

【請求項 31】

- 10 請求項25において、前記連続的に出力されるエネルギービームは、YVO₄ レーザ、YAG レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、及び Ar レーザのいずれかのレーザから射出されるビームであることを特徴とするビーム照射方法。

【請求項 32】

- 15 請求項26において、前記連続的に出力されるエネルギービームは、YVO₄ レーザ、YAG レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、及び Ar レーザのいずれかのレーザから射出されるビームであることを特徴とするビーム照射方法。

【請求項 33】

連続的に出力されるエネルギービームを半導体膜に走査しながら照射して結晶性半導体膜を形成し、

- 20 前記結晶性半導体膜上にゲート電極を形成し、
前記ゲート電極をマスクとして前記結晶性半導体膜に不純物領域を形成する薄膜トランジスタの作製方法において、
前記半導体膜の形成された素子形成領域外で、前記ビームの走査方向を変えることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

25 【請求項 34】

連続的に出力されるエネルギービームを半導体膜に走査しながら照射して結晶性半導体膜を形成し、

- 前記結晶性半導体膜上にゲート電極を形成し、
前記ゲート電極をマスクとして前記結晶性半導体膜に不純物領域を形成する薄膜トランジスタの作製方法において、
30 前記ビームの走査開始位置と走査終了位置において、前記半導体膜の形成された素子形成領域外に前記ビームを照射することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 35】

- 35 請求項33において、前記走査する手段はガルバノミラー又はポリゴンミラーを有することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 3 6】

請求項34において、前記走査する手段はガルバノミラー又はポリゴンミラーを有することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 3 7】

- 5 請求項33において、前記連続的に出力されるエネルギービームは、YVO₄ レーザ、YAG レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、及び Ar レーザのいずれかのレーザから射出されるビームであることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 3 8】

- 10 請求項34において、前記連続的に出力されるエネルギービームは、YVO₄ レーザ、YAG レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、及び Ar レーザのいずれかのレーザから射出されるビームであることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 3 9】

請求項33において、前記素子形成領域は、表示装置、又は集積回路が形成される領域であることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

- 15 【請求項 4 0】

請求項34において、前記素子形成領域は、表示装置、又は集積回路が形成される領域であることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 4 1】

基板上に半導体膜を形成し、

- 20 連続的に出力されるエネルギービームを半導体膜に走査しながら照射して前記半導体膜を結晶化し、

結晶化された半導体膜をパターニングし、複数の半導体アイランドを形成し、

前記基板上の前記複数の半導体アイランドの一部を活性層として第一の回路を形成し、

前記基板上の前記複数の半導体アイランドの別の一部を活性層として第二の回路を形

- 25 成する半導体装置の作製方法において、

前記半導体膜をエネルギービームで結晶化している際に、前記エネルギービームの走査方向が変化しながら照射された領域は、前記第一の回路及び前記第二の回路を構成する半導体アイランドには含まないことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項42】

- 30 請求項41において、前記エネルギービームの走査方向が変化しながら照射された領域は、前記第一の回路と、前記第二の回路の間に位置することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項43】

請求項41において、前記第一の回路は第一のアクティブマトリクス回路を含み、前記第

- 35 二の回路は第二のアクティブマトリクス回路を含むことを特徴とする半導体装置の作製

方法。

【請求項44】

請求項41において、前記第一の回路はアクティブマトリクス回路を含み、前記第二の回路は前記 アクティブマトリクス回路を駆動するための駆動回路を含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ビーム照射装置、及びビーム照射方法に関する。さらに本発明は、当該装置及び方法を用いた薄膜トランジスタの作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

表示装置や集積回路等が有する半導体素子として、多結晶半導体膜にチャネル形成領域を有する薄膜トランジスタ(以下、多結晶TFTと表記する)の研究が行われている。表示装置や集積回路の発達に伴い、多結晶TFTのさらなる特性向上が求められている。

【0003】

そこで多結晶TFTの特性向上のため、連続発振型のレーザ照射装置による半導体膜の結晶化が検討されている。例えば、ガラス基板上にa-Si膜を線状又は島状にパターニングし、連続発振型のレーザ照射装置から時間に対して連続的に出力するエネルギービームを照射走査してa-Si膜を結晶化する方法がある(特許文献1参照)。特許文献1によると、半導体薄膜を予め線状又は島状にパターニングしておくことにより、ガラス基板の温度は上がらず、クラックの発生等を防止することが記載されている。また特許文献1の図29、図31には、開孔が設けられた遮蔽板を用い、ガラス基板へのダメージやa-Si膜を剥がすことなく、a-Si膜の必要部分のみを選択的に結晶化することが記載されている。

【0004】

またレーザ光(レーザビームとも表記する)を走査(偏向ともいう)させる手段としてガルバノミラー(特許文献2参照)やポリゴンミラー(特許文献3参照)が用いられている。ガルバノミラーやポリゴンミラーは走査速度を高速化することが容易である。そのため、照射装置の負担を低減させることができる。

【0005】

【特許文献1】

特開2003-86505号公報

【特許文献 2】

特開2003-86507号公報

【特許文献 3】

特開2003-45890号公報

5 【0006】

【発明の概要】

上述のような連続発振型のレーザビーム(以下、CWビーム、当該ビームを発振する装置をCWレーザ照射装置と表記する)をガルバノミラーやポリゴンミラーを使って基板等の被照射物に照射する場合、走査幅に限度があった。そのため、複数回レーザ光の走査を繰り返す必要があり、レーザ光の走査が停止する領域があった。この停止する領域のため、均一なレーザ処理は難しかった。

【0007】

更にガルバノミラーやポリゴンミラー等の走査手段により走査されるレーザ光の速度は、走査幅の中心部と端部とで速度が一樣とならなかった。例えば、ガルバノミラーにより一方向に走査させられたレーザ光は、往復運動の方向が変わる領域(ガルバノミラーの止まり際)に向かって減速し、ついには速度がゼロとなり、その後は加速する。このような速度が減速、加速、およびゼロになる領域では照射時間が長くなり、被照射物に必要以上のエネルギーが照射されてしまう。その結果、被照射物として非晶質半導体膜を用いる場合、非晶質半導体膜が剥がれる等の恐れがあった。

20 【0008】

一方ポリゴンミラーでは、速度はゼロとならないものの、やはり、走査幅の中心部と端部とでは速度が一樣とならなかった。その結果、ガルバノミラーと同様に、非晶質半導体膜が剥がれる等の恐れがあった。

【0009】

25 半導体膜が剥がれてしまうと、飛び散る半導体膜によって、正常な膜まで荒れてしまうことが懸念された。このように、レーザ光の走査速度が不均一になることは、半導体分野において問題となることを本発明者は認識した。

【0010】

30 またCWビームを照射するときに、予め被照射物である半導体膜を素子レベルとなる線状、又は島状にパターニングする方法があるが、ビーム照射の位置制御が精密なものとなり、照射装置へ負担が大きくなってしまった。また予め半導体膜をパターニングした後、ビームを照射して結晶化を行う場合、ビーム照射によって半導体膜が熔融するため、パターニングした半導体膜の端部の形状を維持することが難しく、所望のパターン形状を得ることが難しかった。

35 【0011】

以上のように、均一なCWビームの照射を行うには改良の余地があった。特に大型基板や量産を考えると、改良すべき点は多かった。

【0012】

そこで本発明は、ガルバノミラーやポリゴンミラーを使ってビーム照射を行う場合、ビーム照射の走査幅の端部における不具合を解決することを課題とする。特に、本発明は、大型基板や量産を考え、被照射物に均一なビームを照射するための装置(ビーム照射装置、つまりレーザ照射装置)、及びビーム照射方法を提供することを課題とする。さらに、上記のようなビーム照射装置、及びビーム照射方法を用いて薄膜トランジスタ(以下、TFTと表記する)に対する均一なレーザ処理、つまりレーザアニール(結晶化や活性化を含む)を提供することを課題とする。

【0013】

上記課題を鑑み本発明は、連続的に出力されるエネルギービーム(CWビーム、特に、光源にレーザを使用する場合CWレーザと表記する)の被照射物上でのレーザのスポット(照射領域)を、走査手段(偏向手段)等により往復運動させて走査する場合、スポットの走査速度(移動速度)が所定値以外となる場合、つまり一定とならない場合は、ビームは素子形成領域外に照射することを特徴とする。

スポットの走査速度(移動速度)が所定値以外とは、速度が一定ではない、例えば増加、又は減少するとき、加えてゼロとなるときである。

また速度が一定でなく、増加、減少又はゼロとなる領域とは、例えば走査方向が変わる位置、又は走査開始位置(一端)及び走査終了位置(他端)である。

すなわち本発明は、素子形成領域外において、走査方向を変えることができる。なお位置とは、その付近の領域も適宜含むものとする。

【0014】

素子形成領域とは、例えば、半導体膜を有する表示部及び駆動回路部を有する表示装置、又は集積回路が形成される領域を指す。そのため、素子形成領域外とは表示装置、又は集積回路が形成される領域間を指し、加えて表示部と駆動回路部との間を指す。

なお表示装置は、液晶表示装置や自発光素子を有する発光装置を含み、集積回路としてはCPUやメモリ等を含む。

【0015】

このように、走査速度が所定値以外するとき、選択的に素子形成領域外へビームを照射するようにビームの照射位置を制御することにより、均一な処理を行うことができる。

【0016】

また本発明のように、素子形成領域、すなわちパネルレベルの全面に渡って均一に結晶化された半導体膜を形成することができる。そのため、素子レベルで結晶性半導体膜

を設ける方法と比べて、薄膜トランジスタを設ける領域に制限がなく、設計の自由度を高めることができる。

【0017】

5 走査手段は、被照射物に対するビームの照射位置を連続的又は矩形的に変化させる鏡面体(ミラーともいう)を有する。走査手段は、例えば、単数又は複数の鏡面体を有する手段、複数の連続して配置された鏡面体を有する手段、又はその他のミラーを有する手段を用いることができる。具体的な走査手段には、ガルバノミラーやポリゴンミラーが挙げられる。

10 その他の走査手段としては、軸に平面又は曲面を有する鏡面体を固定し、前記軸を中心として回動(回転や振動を含む)する鏡面体を用いてもよい。このとき、軸の一端部又は両端部には、鏡面体の回転を制御する手段が設置される。回動を制御するとは、回転の場合は回転速度等、振動の場合は振動幅等を制御することを指す。また鏡面体を複数設けると、鏡面体間の反射状態が異なることがあることを考慮すると、鏡面体は単数である方が好ましい。

15 【0018】

なおガルバノミラーやポリゴンミラーを用いると、走査速度が10～数1000mm/sとかなりの高速にもかかわらず、加減速に要する時間が短いため、処理時間を短縮することができる。これはガルバノミラーやポリゴンミラーが軽量であるため、高速走査を行うことができるからである。

20 【0019】

連続的に出力されるエネルギービームを照射するための装置(CWレーザ照射装置)としては、固体レーザを用いればよく、例えば YVO₄レーザや、YAG レーザ、YLF レーザ、YAlO₃レーザ、及び Ar レーザ等を有すればよく、当該レーザから連続的に出力されるエネルギービームを照射することができる。またこれらのビームの高調波を使用する
25 ことができる。

【0020】

なおレーザビームは、任意の形状で構わず、光学系を通過することにより線状となるように加工することが好ましい。なおここでいう「線状」は、厳密な意味で「線」を意味しているのではなく、アスペクト比の大きい長方形(または長楕円形)を意味する。例えば、アスペクト比が10以上(好ましくは100～10000)のもの指す。例えば、線状のレーザビームのスポット径は、長軸150～1000μm、短軸5～20μmとする。線状に加工されたレーザビームを用いると、スループットの高い処理を行うことができる。

【0021】

また、レーザビームの走査幅によっては、スポットの走査速度が所定値以外となるとき、
35 素子形成領域外へビームを照射することとなる。

【0022】

なお被照射物とビームとが相対的に移動して一列を処理し、その後、次列を処理する。このような相対的な移動を繰り返して大型面積の処理が行われる。そのため、レーザビームの走査速度と被照射物の走査速度は、互いに同期させるように設定する。すなわち、
5 レーザビームの進行方向(走査方向)を変化させる第一の走査手段と、第一の走査手段に対して相対的に被照射物を走査する第2の走査手段とを同期するように制御する。

【0023】

また好ましくは、レーザビームのスポット形状を一定とするため、被照射物と走査手段との間に $f\theta$ レンズを配置するとよい。さらに入射角を一定とすることができるテレセントリック $f\theta$ レンズを用いると好ましい。このような $f\theta$ レンズはサイズを大きくすることに限度があるが、被照射物を移動させてXY方向に走査することにより、広範囲の領域に対して処理することができる。
10

【0024】

以上のような本発明により、レーザビームの均一な領域、すなわち等速度に走査する場合には被照射物の素子形成領域に照射することができ、均一なレーザビームの照射方法を提供することができる。
15

【0025】

さらに被照射物として半導体膜を用いる場合、結晶性や電気特性が揃った多結晶TFTを提供することができる。そのような多結晶TFTを備えた表示装置や、自発光型素子を有する発光装置等の表示装置や、CPUやメモリを有する集積回路において、表示の均一化、性能の向上等の効果が期待できる。
20

【0026】

特に本発明は、CWビームを用いる場合であって、ビームの走査速度が不均一となってしまうとき、素子形成領域外となる表示装置外にビームを照射することで、均一にビーム照射を行うことができる。すなわち、光源にレーザを使用したレーザアニールを均一に行うことができる。その結果、量産性が高まり、表示装置の低コスト化につながる。
25

【0027】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。
30

なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

35 【0028】

(実施の形態1)

本実施の形態では、4つの素子形成領域が形成される被照射物に対し、光源にレーザーを用いてレーザー処理を行う場合を説明する。

【0029】

5 図1(A)に示す斜視図において、被照射物10には4つの素子形成領域11が設けられている。そしてレーザービームと、被照射物とが相対的に移動することにより、スポット12は走査経路13を移動する。走査経路13としては、例えば長軸方向(図1(A)においてはX軸方向)と、短軸方向(図1(A)においてはY軸方向)とが組み合わされたXY方向である。このとき例えば、長軸方向の走査は第一の走査手段(例えば、ガルバノミラーやポリゴンミラー)によるスポットの移動により行われ、短軸方向の走査は第2の走査手段(例えば、XYステージ)による被照射物の移動により行われる。このように順次走査(ジグザグ走査)を行い、大面積を有する被照射物全体にレーザー処理を行うことができる。

【0030】

15 そして走査手段により移動するスポットの走査速度は、一定とならないことがある。走査手段の止まり際、つまり移動方向の変更点にむかって、走査速度は減速し、ついにはゼロとなり、向きを変更した後加速を始め、等速度となる。このように、走査速度が減速、加速、及びゼロとなる場合、レーザービームを素子形成領域11外に照射する。

【0031】

20 その結果、スポットの走査速度が一定な場合、レーザービームを素子形成領域へ照射することにより、均一なレーザー処理を行うことができる。

【0032】

25 また図1(B)に示す被照射物14として、4つの素子形成領域11がパターンニングされている。なお、パターンニングする素子形成領域は、島状又は線状でも構わないが、好ましくは表示装置や集積回路の最終形態の大きさであるとい。表示装置や集積回路のようにある程度の面積を有する領域にレーザービームを照射する結果、スポット12の走査位置の制御が容易となり、レーザー照射装置の構成が単純なものとなる。

【0033】

30 そして図1(A)同様に、走査速度が減速、加速、及びゼロとなる場合、レーザービームを素子形成領域11外に照射する。このような走査速度が減速、加速、及びゼロとなる領域は、レーザー照射時間が長く、必要以上に被照射物にエネルギーが与えられてしまう。その結果、被照射物の物性が変化し、膜が剥がれてしまう。そのため、図1(B)のように、予め素子形成領域外の半導体膜を除去すると、膜が剥がれることを防止でき、正常な膜への悪影響を低減することができ好ましい。

【0034】

35 また図1(B)は、予め表示装置等の最終形態の大きさに素子形成領域をパターンニング

することを特徴としている。そのため本発明は、特許文献2に示すように予め素子の大きさにパターンニングする場合と比較すると、レーザ照射による溶融によるパターン形状の変形を気にすることがなく好ましい。

【0035】

- 5 なお図1(A)(B)において、レーザビームと被照射物とは相対的に移動すればよく、レーザビームが移動しても、被照射物が移動しても、両方が移動しても構わない。被照射物の移動手段としては、X-Y軸に移動するステージを用いればよい。例えば、X軸方向に移動するルールと、Y軸方向に移動するルールとを交差して配置し、被照射物が吸着等により固定されたステージをXY方向に移動する。または被照射物を空気等により浮上させ、XY方向に移動させてもよい。また照射領域の短軸方向に移動させる場合、レーザビームの走査方向を変更させるタイミングと同期するようにステージを制御する。またガルバノミラーを2つ用いると、ガルバノミラーによりレーザビームの走査速度を制御することもできる。

【0036】

- 15 特に、走査手段としてポリゴンミラーを用いる場合、ステージの移動距離は、ミラーごとに微調整すると好ましい。これは、ポリゴンミラーは複数のミラーを有するため、隣り合うミラーによるレーザビームの反射方向が異なってしまうためである。例えば実施者は、ポリゴンミラーが有する複数のミラーに番号を付し、一度走査させる。このように各ミラーの移動の特性を把握し、これを踏まえてステージの移動を制御する。

20 【0037】

このような本発明により、レーザビーム、特にCWLレーザによる均一性の高い処理方法、及び照射装置を提供することができる。

さらに本発明の処理方法、及び照射装置を半導体膜の結晶化に用いることによって、均一性の高い結晶性半導体膜、つまり多結晶TFTを提供することができる。

25 【0038】

また本発明により、素子形成領域、すなわちパネルレベルの全面に渡って均一に結晶化された半導体膜を形成することができる。そのため、素子レベルで結晶性半導体膜を設ける方法と比べて、薄膜トランジスタを設ける領域に制限がなく、設計の自由度を高めることができる。

30 【0039】

なお本実施の形態では、4つの素子形成領域が形成される被照射物の場合で説明したが、単数、又はその他の複数の素子形成領域を形成する場合も同様に、レーザ走査速度が所定値以外の照射領域を選択的に素子形成外の領域とすることにより、均一なレーザ処理を行うことができる。

35 【0040】

また、レーザビームの走査幅によっては複数の表示装置又は集積回路と、複数の表示装置又は集積回路との間の素子形成領域外へレーザビームを照射してもよい。例えば、9つ(3×3)の素子形成領域が形成される被照射物の場合、一列目において、2つの素子形成領域と、1つの素子形成領域との間に、スポットの走査速度が所定値以外となるレーザビームを照射してもよい。

【0041】

さらに本実施の形態において光源を複数用いたり、複数に分光したりして、効率よく被照射物にレーザビームを照射することができる。特に、大型基板を処理する場合、スループットがよくなる。すなわち、処理能力が飛躍的に向上する。

【0042】

(実施の形態2)

本実施の形態では図2を用いて、ビームの一形態としてCWレーザを用いたビーム照射装置、つまりレーザ照射装置、及びビーム照射方法、つまりレーザ照射方法を説明する。また被照射物として半導体膜を用い、第一の走査手段としてガルバノミラーを用いる一例を説明する。

【0043】

まず、レーザ発振器101から射出されるCWレーザが光学系102により長く引き伸ばされ、線状に加工される。具体的には、光学系102が有するシリンドリカルレンズや凸レンズを通過すると、レーザビームは線状に加工することができる。

【0044】

その後、線状に加工されたレーザビーム(線状ビームとも表記する)は、ガルバノミラー103と、 $f\theta$ レンズ104とを介して半導体膜106へ入射する。このとき線状ビームは、半導体膜上に所定の大きさのレーザのスポット(以下、レーザスポットと表記する)105を形成するように調整されている。また $f\theta$ レンズ104により、ガルバノミラーの角度によらず、被照射物表面において、レーザスポット105の形状が一定となる。

【0045】

なお図2においては、1500mm(図中 Y 方向の長さ)×1800mm(図中 X 方向の長さ)の大面积基板に成膜された半導体膜をレーザ処理、つまりレーザアニールする。 $f\theta$ レンズ104の直径は、100～300mm程度が現実的であり、すなわち幅100～300mmに渡って走査可能である。

【0046】

このときガルバノミラーの振動を制御する装置(制御装置)110によりガルバノミラーの振動が制御される。つまりミラーの角度が変化するように振動し、レーザスポット105は、一方向(例えば、図中の X 軸方向)に移動する。例えばガルバノミラーが半周期振動すると、レーザスポットが半導体膜上のX軸方向に一定幅移動する(往路)。

【0047】

そして、半導体膜はXYステージ109によりY軸方向へ移動する。そして同様に、ガルバノミラーにより、レーザスポットが半導体膜上のX軸方向に移動する(復路)。このようなレーザビームの往復運動を用いて、経路107をレーザスポットが移動し、半導体膜全体へレーザアニールが行われる。

【0048】

なお往復運動の方向は、レーザスポットの長軸方向と垂直方向(図中、X軸方向)にするとスループットが高いので好ましい。また、レーザスポットの長軸を往復方向とある角度を有する、いわゆる斜め入射になるように設定してもよい。すなわち垂直方向に限らず、その他の方向に設定してもよい。

【0049】

この往復運動の際、ガルバノミラー103の止まり際(Y軸方向の移動領域を含む)で、レーザスポットの速度が一定でなく、増加、減少等してしまう。これによりレーザアニールの均一性が失われることが懸念されるが、本発明はレーザスポットの速度が一定でない領域は、表示装置が形成される領域外を照射するため、均一なレーザアニールを行うことができる。但し、表示装置の一辺の長さは、スポットが一筋で走査される幅以内とする必要がある。例えば、ガルバノミラーを使用する場合、一筋で走査される幅は50mm~300mmであるため、表示装置となる素子形成領域の一辺はそれ以下とする。

【0050】

ガルバノミラー103は一定の振動数で振り子運動を行い、その結果レーザスポット105は一定の往復運動を行う。そしてXYステージ109は、所定の長さずつ移動し、さらに、一列分のレーザアニールを終えると、次の列へ移るように移動する。

【0051】

例えば、ガルバノミラー103を振動させながら、小型パネルとなる50mm×50mmの表示装置を複数処理する。例えば、ガルバノミラーの走査速度が一定になるために5mm程度必要であるとする、少なくとも表示装置は5mmの間隔でレイアウトされていればよい。このとき半導体膜において50mm×200 μ m(X軸方向への走査のレーザ照射領域に相当し、200 μ mはスポットの長軸の長さに相当)の範囲を結晶化する。次いで、XYステージ109により半導体膜106を200 μ mだけY軸方向に移動させ、ガルバノミラー103の振動によりレーザビームを照射する。この繰り返し往復運動により、50mm×1500mmの一系列の範囲を均一にレーザアニールを行うことができる。同様にその他の領域に対してレーザの照射を行って、半導体膜全体のレーザアニールを行う。本実施の形態の場合、上述した工程を36回繰り返すことで、1500×1800mmの半導体膜全体をレーザアニールすることができ、マージンを考慮して50mm×50mmの表示装置を890枚程度作製することができる。

【0052】

また一般にCWレーザは、干渉性が高い。そのためレーザビームの入射角を 0° 以上とする、いわゆる斜め入射により、被照射物の裏面からのレーザビームの反射光が、被照射物の表面からのレーザビームの反射光と被照射面上で干渉しないようにするのが好ましい。

【0053】

このように本発明は、CWレーザと、ガルバノミラーやポリゴンミラー等の第一の走査手段と、XYステージのような第2の走査手段と、 $f\theta$ レンズとを用い、大面積領域を照射する場合であって、レーザビームの走査速度が不均一となってしまうとき、素子形成領域外となる表示装置外にレーザビームを照射することで、均一にレーザアニールすることができる。その結果、量産性が高まり、表示装置製造の低コスト化につながる。

【0054】

以上、本実施の形態では第一の走査手段としてガルバノミラーを用いたが、ポリゴンミラーや回転機能をする単数又は複数の鏡面を有するミラーを使用することができる。また本実施の形態では表示装置の場合で説明したが、集積回路も同様にレーザ処理を行うことができる。

【0055】

(実施の形態3)

本実施の形態では、基板上に形成される半導体膜に対して、複数のレーザ発振器を有するレーザ照射装置を用いてレーザ処理を行い、薄膜トランジスタを有する集積回路の量産性を高める場合を説明する。

【0056】

図3には、CWレーザ発振器201、テレセントリック $f\theta$ レンズ204、ガルバノミラー203、一対のスリット207をそれぞれ3つ用い、 $1500\text{mm} \times 1800\text{mm}$ の大面積基板に成膜した半導体膜205に対してレーザ処理、つまりレーザアニールを行う場合を示す。なお図3(A)は上面図、図3(B)は側面図を示す。

【0057】

基板に下地膜として酸化膜(SiON や SiO_2 などの酸化珪素膜)、半導体膜を順次成膜する。半導体膜は CVD 法や、スパッタ法等を用い、珪素を主成分とする材料で形成すればよい。本実施の形態では、シランガスを用いたCVD法により非晶質珪素膜を成膜する。成膜方法によっては半導体膜中の水素濃度が高すぎて、レーザアニールに耐えられないものがある。そこで、レーザアニールに耐える確率を高くするため、半導体膜中の水素濃度を $10^{20}/\text{cm}^3$ オーダー以下とするとよい。そのため成膜が終了した時点で、水素濃度が上記の値以上である場合は、 $400 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 程度の熱アニールにて、1時間程度の脱水素工程を行うとよい。このように形成された半導体膜に対してレーザアニール

ルを行う。なおレーザアニール前に、半導体膜を所定の形状にパターニングしておいても構わない。

【0058】

5 レーザ発振器201には例えば、LD励起のCWのNd:YVO₄レーザから射出されるビームを用い、その第2高調波(波長532nm)を用いてレーザアニールを行う。出力は10Wとし、TEM00 モードのものを使用する。レーザビームのビームスポット径はφ2.3mm、広がり角は0.35mradとする。

【0059】

10 なおこの波長を有するレーザビームでは、非晶質珪素膜や基板に対してレーザビームが透光性を示すため、干渉によるレーザアニールの不均一を抑える工夫を施す必要が生じることがある。その場合、例えば、レーザビームの半導体膜205に対する入射角を0° 以外とする斜め入射を行うとよい。このとき適切な入射角は、レーザビームのスポット形状やサイズに依存する。レーザスポット208の引き伸ばす方向、つまり当該スポットの長軸方向は、図3(A)中のY軸方向である。目的によっては他の方向に引き伸ばすこ
15 ともあるが、本実施の形態ではスループットを最大とするためY軸方向に引き伸ばすとよい。例えば本実施の形態において、半導体膜205上のレーザスポットのサイズを長径400μm、短径20μmの線状の楕円とし、入射面に長径が含まれるように設定すると、適正な入射角θは20° 程度である。

【0060】

20 テレセントリックfθレンズ204の焦点距離は300mm程度とし、φ120mmとする。光学系202はレーザビームのスポット形状を線状に加工するもので、例えば、焦点距離50mmの平凹レンズと、焦点距離200mmの平凸レンズを145mm離して配置し、さらに平凸レンズの後方140mmに、焦点距離250mmの平凸シリンドリカルレンズを配置し、さらに平凸シリンドリカルレンズの後方145mm、に焦点距離100mmの平凹シリ
25 ドリカルレンズを配置する。なお、平凸シリンドリカルレンズと平凹シリンドリカルレンズの曲率の方向は同じとする。さらに、平凹シリンドリカルレンズから250mm程度後方にガルバノミラー203を配置し、テレセントリックfθレンズ204はそれらレンズの仕様に合わせて配置する。

【0061】

30 以上のような光学系を有するレーザ照射装置において、半導体膜205上で線状に伸ばされたレーザビームのスポット208は、ガルバノミラー203により、速度500mm/sで半導体膜205上を走査する。レーザビームのスポット208が半導体膜205上で加減速するときは、集積回路が形成される領域外とし、スポットの走査速度が一定の場合のみ集積回路が形成されるA領域に照射する。このときガルバノミラーの加速は数mmで十分であるため、集積回路が形成される領域外の距離は5mmとする。そしてレーザのス
35

ポットサイズにより決まる一度のガルバノミラーの動作でできる多結晶の領域の幅(Y軸方向のスポット幅)を $200\mu\text{m}$ とすると、ガルバノミラーによりレーザービームのスポット208をX軸方向に110mm走査させた後、XY ステージ206を Y 方向に $200\mu\text{m}$ 移動させ、再びガルバノミラー203によりレーザービームのスポットを半導体膜205上で走査させる。

5 【0062】

10 以上を繰り返すことで、図中の A 領域をレーザアニールする。そして、A 領域のアニールが終了後、XY ステージ206により、B 領域をレーザアニールできる位置まで半導体膜205を移動させる。そして、B 領域を A 領域と同様にレーザアニールする。これら一連の動作により、半導体膜205の全面をレーザアニールすることができる。もちろん、半導体膜205全面をレーザアニールする必要はなく、必要な位置のみレーザアニールするとより処理時間を短縮できるので好ましい。この場合、位置決め機構などを精密に設ける必要があるが、その構成は実施者が必要な精度を算出し適宜決定するとよい。

【0063】

15 本実施の形態では、間隔を開けて複数のテレセントリックf θ レンズ204を配置している。そのため、隣り合うテレセントリックf θ レンズが干渉することなく、複数のレーザービームを半導体膜に同時に照射することが可能となる。これにより、レーザ発振器を1台のみ用いる場合と比較して高いスループットを得ることができるため、特に大型基板に適す。本実施の形態では、レーザービームの半導体膜に入射する角度を一定とするためテレセントリックf θ レンズを用いる。これにより、レーザアニールの一様性が得られるが、
20 要求されないときは代わりにf θ レンズを用いるとよい。

【0064】

以上のように半導体膜の結晶化が行われる。

【0065】

25 その後、半導体膜を必要に応じて所定の形状にパターニングし、ゲート絶縁膜、ゲート電極、不純物領域を形成し、活性化を行う。本発明のレーザ照射装置及びレーザ照射方法は、半導体膜の活性化にも使用することができる。そして、層間絶縁膜、ソース配線、ドレイン配線、画素電極等を形成し、複数の薄膜トランジスタを有するアクティブマトリクス基板が形成される。またアクティブマトリクス基板を用いて集積回路等を形成することができる。

30 【0066】

以上のように、複数のレーザ発振器を用いてレーザアニールを行うことによって、薄膜トランジスタ、そして集積回路の量産性を高めることができる。

【0067】

35 なお本実施の形態において、レーザ発振器を複数用いているが、一つのレーザ発振器からのレーザービームをミラー等により分割して、複数のスポットを形成しても構わな

い。

【0068】

また本実施の形態では第一の走査手段としてガルバノミラーを用いたが、ポリゴンミラーや回転機能をする単数又は複数の鏡面を有するミラーを使用することができる。

5 【0069】

また本実施の形態のアクティブマトリクス基板は、液晶表示装置、発光装置、その他の表示装置の半導体素子として使用することができる。

【0070】

(実施の形態4)

10 本実施の形態では、アクティブマトリクス基板を用いて作製される発光装置について、図4を用いて説明する。

【0071】

図4(A)には、発光装置、具体的には EL モジュールの断面を示す。また図4(B)には、ELモジュールの発光素子(有機化合物層、第1の導電膜及び第2の導電膜を有する)の積層構造を拡大したものを示す。

15 【0072】

図4(A)は、第1の基板400、下地絶縁膜401、本発明のレーザ照射装置を用いたレーザアニールにより形成される半導体膜を有するTFT422、第1の導電膜(電極)403、絶縁物(隔壁、土手、バンク、障壁とも呼ばれる)404、有機化合物層405、第2の導電膜(電極)406、保護膜407、空隙408、第2の基板409を示す。

20 【0073】

第一の基板及び第2の基板としては、ガラス基板、石英基板やシリコン基板、プラスチック基板、金属基板、ステンレス基板、可撓性基板などを用いることができる。可撓性基板とは、PET、PES、PEN、アクリルなどからなるフィルム状の基板のことであり、可撓性基板を用いて発光装置を作製すれば、軽量化が見込まれる。可撓性基板の表面、または表面および裏面にアルミ膜(AION、AIN、AIOなど)、炭素膜(DLCなど)、SiNなどのバリア層を単層または多層にして形成すれば、耐久性やガスバリア性などが向上するので望ましい。

25 【0074】

30 なお有機化合物層からの発光が上方又は下方のいずれかに出射されるかにより、第1の導電膜及び第2の導電膜のいずれかを透光性を有する ITO 等の導電膜から形成する。また両方に出射する場合は、第1の導電膜及び第2の導電膜を、透光性を有する導電膜とすればよい。

【0075】

35 第1の基板400上に設けられた TFT422(本実施の形態ではpチャネル型TFT)は、有

機化合物層405に流れる電流を制御する素子であり、ドレイン領域(または極性によってはソース領域)として機能する不純物領域411と、チャネル形成領域412と、チャネル形成領域上に設けられたゲート電極417を有する。また、第1の導電膜403と、不純物領域を電氣的に接続するドレイン電極(またはソース電極)416を有する。また、ドレイン電極416と同じ工程で電源供給線やソース配線などの配線418を同時に形成することができる。

【0076】

第1の基板400上には下地絶縁膜(ここでは、下層を窒化絶縁膜、上層を酸化絶縁膜)となる下地絶縁膜401が形成されており、ゲート電極417と半導体膜との間には、ゲート絶縁膜が設けられている。また、層間絶縁膜402は各層が有機材料または無機材料を用いて構成され、単層構造または多層構造をとることができる。ここでは図示しないが、一つの画素には、他にもTFT(nチャネル型TFTまたはpチャネル型TFT)を一つ、または複数設けている。また、一つのチャネル形成領域412を有するTFTを示したが、特に限定されず、複数のチャネル形成領域を有するいわゆるマルチチャネル型TFTとしてもよい。

【0077】

また本実施の形態では、トップゲート型TFTを例として説明したが、TFT構造に関係なく本発明を適用することが可能であり、例えばボトムゲート型(逆スタガ型)TFTや順スタガ型TFTに適用することが可能である。

【0078】

また、第1の導電膜403は、発光素子の陽極(或いは陰極)となる。第1の導電膜において、透明導電膜を用いる場合、ITO(酸化インジウム酸化スズ合金)、酸化インジウム酸化亜鉛合金($\text{In}_2\text{O}_3\text{—ZnO}$)、酸化亜鉛(ZnO)等を用いることができる。

【0079】

また、第1の導電膜403の端部(および配線418)を覆う絶縁物404(バンク、隔壁、障壁、土手などと呼ばれる)を有している。絶縁物404としては、無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)、感光性または非感光性の有機材料(ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジストまたはベンゾシクロブテン)、またはこれらの積層などを用いることができる。なお本実施の形態では、窒化シリコン膜で覆われた感光性の有機樹脂を用いる。例えば、有機樹脂の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物の上端部のみに曲率半径を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物として、感光性の光によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは感光性の光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

【0080】

また、有機化合物層405は、蒸着法または塗布法を用いて形成する。本実施の形態では、有機化合物層を蒸着装置で成膜し、均一な膜厚を得る。なお、信頼性を向上させるため、有機化合物層405の形成直前に真空加熱(100℃～250℃)を行って脱気することが好ましい。例えば、蒸着法を用いる場合、真空度が 5×10^{-3} Torr(0.665Pa)以下、好ましくは $10^{-4} \sim 10^{-6}$ Paまで真空排気された成膜室で蒸着を行う。蒸着の際、予め、加熱により有機化合物は気化されており、蒸着時にシャッターが開くことにより基板の方向へ飛散する。気化された有機化合物は、上方に飛散し、メタルマスクに設けられた開口部を通して蒸着される。

【0081】

なお図4(B)に示すように、有機化合物層(EL層)405は、陽極側から順に、HIL(ホール注入層)、HTL(ホール輸送層)、EML(発光層)、ETL(電子輸送層)、EIL(電子注入層)の順に積層されている。代表的には、HILとしてCuPc、HTLとして α -NPD、ETLとしてBCP、EILとしてBCP:Liをそれぞれ用いる。なお、有機化合物は、無機材料を有したり、有機材料と、無機材料との混合材料を有してもよい。

【0082】

また、有機化合物層(EL層)405として、フルカラー表示とする場合、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の発光を示す材料を、それぞれ蒸着マスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法などによって適宜、選択的に形成すればよい。なおインクジェット法とは、導電膜や絶縁膜などの材料が混入された組成物の液滴(ドットとも表記する)を選択的に吐出(噴出)する方法である。具体的には、HILとしてCuPcやPEDOT、HTLとして α -NPD、ETLとしてBCPやAlq₃、EILとしてBCP:LiやCaF₂をそれぞれ用いる。また例えばEMLは、R、G、Bのそれぞれの発光色に対応したドーパント(Rの場合DCM等、Gの場合DMQD等)をドーブしたAlq₃を用いればよい。なお、上記有機化合物層の積層構造に限定されない。

【0083】

より具体的な有機化合物層の積層構造は、赤色の発光を示す有機化合物層405を形成する場合、例えば、HILとしてCuPcを30nm形成し、HTLとして α -NPDを60nm形成した後、同一のマスクを用いて、赤色の発光層としてDCM₂及びルブレンが添加されたAlq₃を40nm形成し、電子輸送層としてBCPを40nm形成し、電子注入層としてLiが添加されたBCPを1nm形成する。また、緑色の発光を示す有機化合物層を形成する場合、例えば、HILとしてCuPcを30nm形成し、HTLとして α -NPDを60nm成膜した後、同一の蒸着マスクを用いて、緑色の発光層としてクマリン545Tが添加されたAlq₃を40nm形成し、電子輸送層としてBCPを40nm形成し、電子注入層としてLiが添加されたBCPを1nm形成する。また、青色の発光を示す有機化合物を含む層を形成する場合、例えば、HILとしてCuPcを30nm形成し、HTLとして α -NPDを60nm形成した後、同

一のマスクを用いて発光層としてビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト]亜鉛: Zn(PBO)_2 を10nm形成し、電子輸送層としてBCPを40nm成膜し、電子注入層としてLiが添加されたBCPを1nm形成する。

5 以上、各色の有機化合物層のうち、共通しているCuPcや α -NPDは、画素部全面に形成することができる。またマスクは、各色で共有することもでき、例えば、赤色の有機化合物層を形成後、マスクをずらして、緑色の有機化合物層、再度マスクをずらして青色の有機化合物層を形成することができる。なお、形成する各色の有機化合物層の順序は適宜設定すればよい。

【0084】

10 また白色発光の場合、カラーフィルターや色変換層などを別途設けることによってフルカラー表示を行ってもよい。上方に発光する白色光に対するカラーフィルターや色変換層は、第2の基板に設けた後、第1の基板に張り合わせればよい。また、下方に発光する白色光に対するカラーフィルターや色変換層は、ドレイン電極(またはソース電極)416を形成後、絶縁膜を介して形成することができる。その後、カラーフィルターや色変換層上に絶縁膜、第2の導電膜の順に形成し、ドレイン電極(またはソース電極)416と第2の導電膜とは、絶縁膜に形成されるコンタクトを介して接続すればよい。

【0085】

20 本発明のレーザ照射装置、及びレーザ照射方法により、均一性の高い結晶性半導体膜を有する発光装置を提供することができる。その結果、表示部において、レーザビームのムラに起因する表示ムラの低減された発光装置を提供することができる。

【0086】

なお、本発明のアクティブマトリクス基板は液晶表示装置やその他の表示装置、更には半導体集積回路やCPUにも採用することができる。

【0087】

25 (実施の形態5)

本発明により作製されたアクティブマトリクス基板は、様々な電子機器に適用することができる。電子機器としては、携帯情報端末(携帯電話機、モバイルコンピュータ、携帯型ゲーム機又は電子書籍等)、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、表示ディスプレイ、ナビゲーションシステム等が挙げられる。これら電子機器の具体例を図5に示す。

【0088】

35 図5(A)はディスプレイであり、筐体4001、音声出力部4002、表示部4003等を含む。本発明により形成されたアクティブマトリクス基板により発光素子又は液晶材料を有する表示部4003を完成することができる。表示装置は、パソコン用、TV放送受信用、広告表示用など全ての情報表示装置が含まれる。

【0089】

図5(B)はモバイルコンピュータであり、本体4101、スタイラス4102、表示部4103、操作ボタン4104、外部インターフェイス4105等を含む。本発明により形成されたアクティブマトリクス基板により発光素子や液晶材料を有する表示部4103を完成することができる。

【0090】

図5(C)はゲーム機であり、本体4201、表示部4202、操作ボタン4203等を含む。本発明により形成されたアクティブマトリクス基板により発光素子や液晶材料を有する表示部4202を完成することができる。

図5(D)は携帯電話機であり、本体4301、音声出力部4302、音声入力部4303、表示部4304、操作スイッチ4305、アンテナ4306等を含む。本発明により形成されたアクティブマトリクス基板により発光素子や液晶材料を有する表示部4304を完成することができる。

【0091】

図5(E)は電子ブックリーダーであり、表示部4401等を含む。本発明により形成されたアクティブマトリクス基板により発光素子や液晶材料を有する表示部4401を完成することができる。

【0092】

以上のように、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。特に、アクティブマトリクス基板の絶縁基板をフレキシブル基板とすることで薄型化や軽量化が実現することができる。

【0093】

(実施の形態6)

なお本発明に用いられるビームはCWビームに限定されず、パルス的に出力されるエネルギービーム(パルスビーム、特に、光源にレーザを使用する場合パルスレーザと表記する)であっても、半導体膜がレーザ光によって溶融してから固化するまでに、次のレーザ光を照射できるような発振周波数でレーザ光を発振させることで、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒を得ることができれば、本発明の効果を奏することができる。すなわち、パルス発振の周期(発振周波数)が、半導体膜が溶融してから完全に固化するまでの時間よりも短くなるように、発振周波数の下限を定めたパルスビームを使用してもよい。

例えば光源にレーザを用いたパルスレーザにおいて、具体的な発振周波数は10MHz以上とし、通常用いられている数十Hz～数百Hzの周波数よりも著しく高い周波数を使用する。

【0094】

高い周波数を使用する理由を説明すると、一般的なパルスレーザでは、レーザ光を半導体膜に照射してから半導体膜が完全に固化するまでの時間は数十nsec～数百nsecと言われており、10MHz以上の周波数を用いることで、半導体膜がレーザ光によって溶融してから固化するまでに、次のパルスのレーザ光を照射することができるからである。したがって、従来のパルスレーザを用いる場合と異なり、半導体膜中において固液界面を連続的に移動させることができるので、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒を有する半導体膜が形成される。具体的には、結晶粒の走査方向における幅が10～30 μm 、走査方向に対して垂直な方向における幅が1～5 μm 程度の結晶粒の集合を形成することができ、CWレーザと同程度の結晶粒を得ることができる。そして該走査方向に沿って長く伸びた単結晶の結晶粒を形成することで、少なくともTFTのキャリアの移動方向には結晶粒界のほとんど存在しない半導体膜の形成が可能となる。

【0095】

上記周波数での発振が可能であるならば、パルスビームとして Ar レーザ、Kr レーザ、エキシマレーザ、CO₂ レーザ、YAG レーザ、Y₂O₃レーザ、YVO₄レーザ、YLF レーザ、YalO₃レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライトレーザ、Ti: サファイヤレーザ、銅蒸気レーザまたは金蒸気レーザから射出されるビームを用いることができる。

【0096】

例えば、レーザ光として、エネルギー2W、TEM(00)の発振モード、第2高調波(532nm)、発振周波数80MHz、パルス幅12psecのYVO₄レーザから出力される光を用いることができ、この発振器を有するパルスレーザ照射装置を用いることができる。なお、レーザ光を光学系により加工することで半導体膜の表面に形成されるスポットは、短軸10 μm 、長軸100 μm の矩形状とする。発振周波数を80MHzとすることで、固液界面を連続的に移動させることができるので、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒が形成される。該走査方向に沿って長く伸びた単結晶の粒を形成することで、少なくともTF

【0097】

すなわち本発明は、連続的又はパルスの発振されるレーザビームのいずれを用いて走査する場合であっても、レーザ光のスポットの走査速度が所定値以外となるとき、当該レーザビームは素子形成領域外に照射することを特徴とする。

【0098】

【発明の効果】

本発明の走査手段により、被照射物上を走査するCWビーム又はパルスビームにおいて、レーザビームの走査方向が変わるとき、あるいは等速度運動が行われないうちに当該ビームを素子形成領域外に照射することにより、均一な処理を行うことができる。その結果、半導体膜の均一なアニールを提供することができる。以上のようにして、被

照射物、特に半導体膜の膜が剥がれることを防止することができる。また大型基板を用いる場合、本発明の高効率なレーザアニールは好適である。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明のレーザ照射装置を示す図。
- 5 【図2】 本発明のレーザ照射装置を示す図。
- 【図3】 本発明のレーザ照射方法を示す図。
- 【図4】 本発明のレーザ照射方法を用いて形成される発光装置を示す図。
- 【図5】 本発明のレーザ照射方法を用いて形成される電子機器を示す図。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガルバノミラーやポリゴンミラー等の走査手段により走査されるレーザーの速度は、走査幅の中心部と端部とで速度が一様とならなかった。その結果、
5 被照射物（例えば非晶質半導体膜）に必要以上のエネルギーが照射され、膜が剥がれる等が生じる恐れがあった。

【解決手段】 本発明は、連続的に出力されるエネルギービームの被照射物上でのレーザースポットを、走査手段等により往復運動させて走査する場合、スポットの走査速度が所定値以外（例えば速度が一定でなく、増加、減少及びゼロとなる）となる場合（例えば、走査方向が変わる位置、又は走査開始位置及び走査終了位置）でのビームは、素
10 子形成領域外に照射することを特徴とする。

【選択図】 図 1